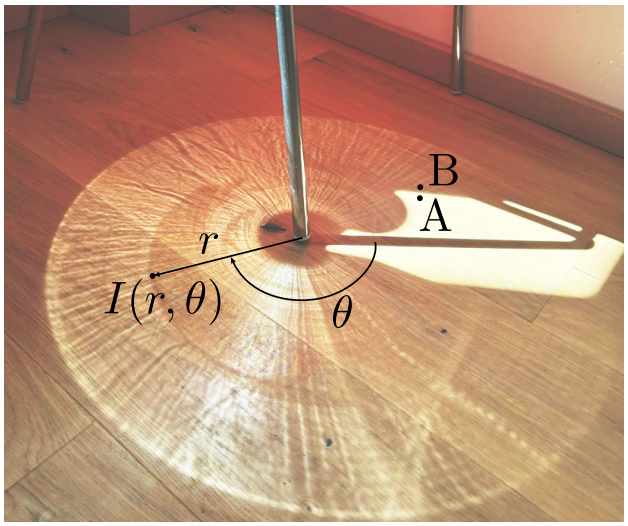
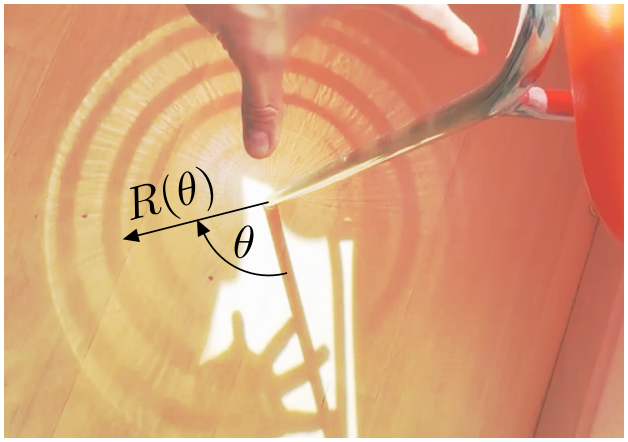
المسألة الأولى: مشمس (10 نقاط)

مطلوب منك دراسة خصائص الدائرة المضيئة بشدة والحلقات المظلمة في الأشكال أدناه. قم بحساباتك لحالة مثالية: رجل الكرسي أسطوانية تماماً بنصف قطر a، عمودي تماماً، مع سطح أملس تماماً، أسطواني، وعاكس تماماً. يمكنك وضع أي افتراضات إضافية للنموذج والتقريبات التي تراها معقولة والتي ستبسط حساباتك.

ا) (5 نقاط) حدد كيف تعتمد فائض الإضاءة $I(r,\theta)$ داخل الدائرة المضيئة بشدة على الأرضية على الإحداثيات القطبية $r \gg a$ و θ. الإضاءة تقيس كمية الضوء الساقط لكل وحدة مساحة. بـ "الفائض" نعني الإضاءة الإضافية المُدخلة بسبب وجود الأسطوانة. عبر عن الإجابة بدلالة I_0 المُعرف كـ فرق الإضاءة بين النقطتين A وB في الشكل.



ب) (5 نقاط) في الشكل التالي بعض الأصابع تحجب بعض الضوء من الوصول إلى رجل الكرسي. دع $R(\theta)$ يدل على المسافة الشعاعية للحلقة المظلمة الوسطى كدالة للزاوية θ ودع $R_{\min}$ تكون القيمة الدنيا لـ $R(\theta)$. حدد $R(\theta) - R_{\min}$.



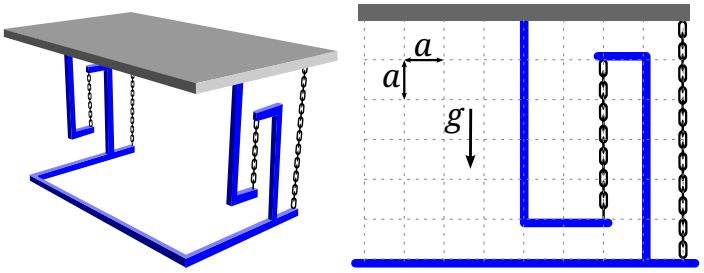
المسألة الثانية: طاولة عائمة (10 نقاط)

تُصنع الطاولة بتثبيت إطار معدني على لوح منتظم ضخم (بحيث يشكلان جسماً صلباً) وربطه بسلاسل بإطار آخر مثبت على الأرض الأفقية. حركة الطاولة محدودة بمستوى المنظر الجانبي (الصورة اليمنى).

ا) (4 نقاط) أثبت أنه في التكوين الموضح في المنظر الجانبي، الطاولة في حالة توازن مستقر.

ب) (6 نقاط) أوجد الزمن الدوري T للتذبذبات الصغيرة.

يمكن إهمال كتل السلاسل والإطار. السلاسل خالية من الاحتكاك، غير قابلة للتمدد، وتبقى مشدودة أثناء التذبذبات. تدرج الشبكة البيانية $a = 0.100\,\text{m}$، وتسارع الجاذبية $g = 9.81\,\text{m/s}^2$.



المسألة الثالثة: أسلاك متقاطعة (10 نقاط)

ا) (نقطة) يتدفق التيار عبر سلك رفيع، مستقيم، لا نهائي. يوجد مجال مغناطيسي منتظم مفروض خارجياً، موجه بشكل متوازي مع السلك. قم برسم نوعي لأحد خطوط المجال المغناطيسي.

ب) (5 نقاط) الآن اعتبر سلكين رفيعين، مستقيمين، لا نهائيين (السلكان X و Y)، يحمل كل منهما تياراً I كما هو موضح في الشكل. المحور x يتطابق مع السلك X، بينما السلك Y متوازي مع المحور y ويمر خلال النقطة $(0, 0, -a)$. أجعل P تكون النقطة $(3a, 0, r)$. بفرض $r \ll a$، احسب d، مسافة أقرب مسافة اقتراب من خط المجال المغناطيسي الذي يمر عبر P إلى السلك X.

ج) (4 نقاط) أفترض أن L هو طول خط المجال هذا، ويكون بين P ونقطة اقترابه الأقرب من السلك X. باستخدام القيم $a = 10\,\text{cm}$ و $r = 1.0\,\text{mm}$، احسب L بدقة تصل إلى خطأ نسبي 20%.